

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Serum Lipemik

a. Pengertian serum lipemik

Serum didapat dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan, sehingga darah akan membeku dalam waktu kurang lebih 15 menit. Darah yang membeku dilakukan sentrifugasi, sehingga terjadi pemisahan antara cairan dan sel-sel darah, cairan berwarna kuning hasil sentrifugasi disebut sebagai serum darah (Nugraha, 2015).

Serum tidak memiliki fibrinogen (unsur pembeku darah). Koagulasi mengubah semua fibrinogen menjadi fibrin yang padat dan dalam prosesnya melibatkan faktor VIII, faktor V dan protrombin. Serum normal mengandung faktor XII, XI, X, IX, dan VII. Serum yang baik untuk bahan pemeriksaan laboratorium adalah serum yang jernih, tidak hemolisis, tidak keruh atau lipemik, dan tidak ikterik. Serum normal berwarna kekuningan-kuningan dan mempunyai sifat antigenik (Ramali dan Pamoentjak, 2005).

Serum lipemik berhubungan dengan peningkatan kandungan trigliseridanya. Umumnya peningkatan konsentrasi trigliserida yang bersirkulasi diatas sekitar 5 mmol/l menyebabkan plasma opalesen. Pada lipemik berat, kandungan lemak bisa diatas sekitar 10 mmol/l dan lapisan

kilomikron seperti krim terdapat dalam plasma bila dibiarkan ditempatnya. Kekeruhan difus, tanpa lapisan seperti krim, menunjukkan kelebihan VLDL dan bukan kilomikron. Serum lipemik sering diiringi dengan peningkatan konsentrasi kolesterol dan fosfolipid (Baron, 1990).

Serum lipemik adalah serum keruh, putih seperti susu karena hyperlipidemia (peningkatan kadar lemak dalam darah) (Pambudi, 2017). Kekeruhan yang terjadi disebabkan oleh akumulasi lipoprotein. Lipoprotein merupakan molekul yang mengandung kolesterol dalam bentuk bebas maupun ester, trigliserida, fosfolipid, yang berikatan dengan protein yang disebut apoprotein. Dalam molekul lipoprotein inilah lipid dapat larut dalam sirkulasi darah, sehingga bisa diangkut dari tempat sintesis menuju tempat penggunaannya, serta dapat didistribusikan ke jaringan tubuh.

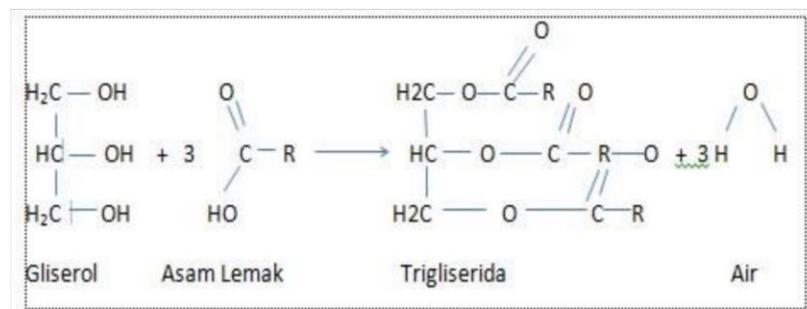
Lipemik merupakan akumulasi dari partikel lipoprotein seperti *chylomicrons* atau *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) dan komponen lipid utama yaitu trigliserida yang berlebih di dalam darah sehingga darah menjadi keruh berwarna putih susu. Partikel terbesar dari lipoprotein yaitu kilomikron, dengan ukuran 70-1000 nm, memiliki potensi terbesar dalam menyebabkan kekeruhan sampel (Nora N, 2014). Penggolongan tingkat kelipemikan berdasarkan kadar trigliserida ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Kekeruhan Serum Lipemik Berdasarkan Kadar Trigliserida

Warna dan Kekeruhan	Kadar Trigliserida (mg/dL)	Tingkat Lipemik
Putih Susu	300-499	Ringan
Putih Susu dan Keruh	500-799	Sedang
Putih Susu dan Sangat Keruh	800-1800	Berat

Sumber: Pambudi, 2017

Trigliserida terbentuk dari gabungan satu molekul gliserol dengan tiga asam lemak. Pasien yang menjalani diet tinggi karbohidrat mungkin memiliki kadar trigliserida yang tinggi. Ketika kalori yang masuk melebihi jumlah kebutuhan energi, kelebihan kalori diubah menjadi trigliserida dan disimpan dalam lemak untuk digunakan sebagai sumber energi. Kadar trigliserida yang tinggi sangat rentan terjadi pada penderita diabetes, hipertensi, atau mengonsumsi alkohol secara berlebihan.

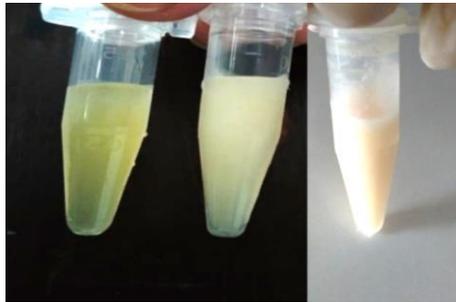


Gambar 1. Pembentukan Trigliserida

Sumber: Mamuaja, 2017

Kekeruhan serum hanya disebabkan oleh jenis lipoprotein yang memiliki partikel besar yaitu kilomikron dan VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) dengan ukuran partikel 70 – 1000 nm, tetapi partikel HDL

(*High Density Lipoprotein*) dan LDL (*Low Density Lipoprotein*) tidak menghasilkan serum lipemik (Nicolac,2013), sehingga serum lipemik dihasilkan dari kilomikron dan VLDL saja. Pada *whole blood*, lipemik akan terlihat jika konsentrasi trigliserida di atas 1000 mg/dL. Sedangkan pada pada serum, lipemik akan terlihat secara visual apabila konsentrasi trigliserida di atas 300 mg/dL.



Gambar 2. Serum Lipemik Ringan, Sedang dan Berat
Sumber: Listyaningrum, 2019

b. Penyebab serum lipemik

Serum lipemik biasanya ditemukan pada pemeriksaan laboratorium klinis rutin. Lipemik umumnya disebabkan oleh asupan makanan dengan kadar lemak tinggi. Kilomikron dapat terdeteksi dalam plasma setelah sekitar 6 – 12 jam setelah konsumsi lemak. Lipemik juga dapat terjadi sebagai akibat dari gangguan metabolisme lipoprotein atau nutrisi parenteral total, diet, konsumsi alkohol, diabetes melitus, gagal ginjal kronis, hipotiroidisme, pankreatitis, multiple myeloma, sirosis bilier primer, lupus eritematosus, obat-obatan seperti protease inhibitor (infeksi HIV), estrogen, kontrasepsi oral, dan lain-lain (Bishop, et al., 2013). Lipemik tidak hanya

dapat mempengaruhi pengukuran asam urat, glukosa, fosfor, total bilirubin, dan protein total, tetapi juga menyebabkan peningkatan kadar kolesterol total dan kolesterol HDL (Calmarza, dan Cordero , 2011).

Sampel lipemik paling sering disebabkan oleh puasa yang tidak adekuat sebelum pengambilan sampel dan hipertrigliserida. Hipertrigliserida terdiri atas hipertrigliserida primer dan sekunder. Hipertrigliseridemia primer disebabkan oleh defek genetik sehingga metabolisme trigliserida terganggu seperti hiperlipidemia Fredrickson tipe I, IV, dan V, sedangkan hipertrigliseridemia sekunder disebabkan konsumsi alkohol, obesitas, sindrom metabolik, diabetes melitus tipe 2, dan obat-obatan (Brahm dan Hegele, 2013).

c. Mekanisme gangguan pemeriksaan laboratorium

Serum lipemik dapat menyebabkan beberapa gangguan, seperti gangguan fisika dan kimia, gangguan pada metode spektrofotometri, sampel tidak homogen dan efek penggantian volume.

1) Gangguan fisika dan kimia

Sampel lipemik dapat menginterferensi berbagai pemeriksaan laboratorium melalui tiga cara yaitu pengurangan persentase fraksi aqueous pada sampel, *partitioning*, dan gangguan pada transmisi cahaya.

Sampel lipemik merupakan peningkatan konsentrasi lipoprotein yang mengurangi presentasi fraksi *aqueous* pada sampel karena fraksi lipid (*non-aqueous*) yang meningkat.

Akumulasi lipoprotein pada serum dapat mengganggu hasil analisis fisika dan interaksi kimia, terutama pada metode elektroforesis Matrik-matrik lipoprotein akan menyebabkan gangguan dalam prosedur elektroforesis dan kromatografi.

2) Gangguan metode spektrofotometer

Serum lipemik menyebabkan gangguan kromoforik dalam analisis seperti fotometri karena pembacaan latar belakang yang tinggi, gangguan pada pengukuran panjang gelombang dan pembenturan cahaya disebabkan substansi – substansi pengganggu. Partikel lipoprotein dalam sampel serum lipemik dapat menyebabkan gangguan absorpsi cahaya, dimana jumlah cahaya yang diserap berbanding terbalik dengan panjang gelombang dan berkurang dari 300 – 700 nm (Kroll, 2013).

Sampel lipemik dapat menginterferensi pemeriksaan imunologik terutama metode nefelometri dan turbidimetri karena gangguan pada penghamburan dan penyerapan cahaya. Kekeruhan dapat mempengaruhi absorbansi spektrofotometer pada semua panjang gelombang sehingga menyebabkan kesalahan pada nilai analisa (Piyophirapong dkk., 2010).

Mekanisme interferensi lain juga dapat terjadi, partisi antara bagian polar dan non-polar dan pengikatan zat lipofilik ke lipoprotein mempengaruhi *immunoassay*. Proses pencampuran sampel dengan reaksi seperti deteksi antibodi dapat terganggu dengan adanya lipoprotein. Lipoprotein dapat mengganggu reaksi antigen antibodi dengan

memblokir tempat ikatan antibodi. Gangguan dapat menyebabkan meningkat palsu atau menurun palsu tergantung dari sifat reaksi (Nicolac, 2013).

3) Sampel yang tidak homogen

Darah harus disentrifus terlebih dahulu sebelum menjadi serum. Setelah disentrifus, partikel-partikel lipoprotein terdistribusi menurut densitasnya, kilomikron dan VLDL memiliki densitas yang rendah karena itu akan terletak di bagian atas serum dan membentuk lapisan yang berbeda. Unsur yang ada di dalam serum didistribusikan di kedua lapisan menurut polaritasnya. Analit yang hidrofobik didistribusikan di fase lipid sedangkan analit yang larut air (molekul kecil dan elektrolit) tidak ada dijumpai di lapisan atas (lapisan lemak). Ketika pengukuran hasil, sebagian besar alat analisa mengambil sampel pada bagian atas tabung, hal ini dapat menghasilkan hasil pengukuran konsentrasi elektrolit dan metabolit lain yang larut air menjadi rendah palsu (Nicolac, 2013).

4) Efek penggantian volume

Lipemik menurunkan konsentrasi analit sebenarnya dengan menurunkan air yang tersedia, karena volume yang ditempati oleh lipoprotein dalam plasma atau serum dimasukkan dalam perhitungan konsentrasi analit. Hal ini menjelaskan alasan di belakang konsentrasi natrium dan potasium yang lebih tinggi ketika diukur dalam serum lipemik, ketika plasma atau serum diukur dengan *flame photometry* atau

dengan pengukuran tidak langsung menggunakan elektroda ion-sensitif, berbeda dengan potensimetri yang diukur secara langsung (Guder, 2015), yaitu karena terjadi pengenceran yang tinggi sebelum diperiksa (Nikolac, 2013).

Lipemik memiliki sifat menggantikan air pada serum dengan komponen lemak sehingga volume air menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan konsentrasi analit berkurang karena sebagian besar analit terlarut dalam cairan serum sehingga hasil pemeriksaan tidak akurat.

d. Penanganan serum lipemik

Serum lipemik dapat ditangani dengan beberapa cara, diantaranya adalah ultrasentrifugasi, pendinginan, pengenceran, dan presipitasi dengan siklodekstrin atau *polyethylene glycol*. Menurut *World Health Organization* (WHO), standar baku dalam penanganan serum lipemik adalah dengan metode ultrasentrifugasi dan *high speed* sentrifugasi.

1) Sentrifugasi

Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (2011) pada pedoman interferensi uji telah merekomendasikan penanganan sampel lipemik dengan metode ultrasentrifugasi efektif karena tidak ada penambahan bahan kimia seperti pada bahan pembersih lipid, ultrasentrifugasi sehingga cenderung menyebabkan sedikit gangguan.

Penanganan serum lipemik dengan ultrasentrifugasi dilakukan 199000g selama 15 menit (Robert, 2013). Menurut WHO, sentrifugasi

dengan mikrosentrifugasi dengan kecepatan 12000 g selama 10 menit efektif untuk menghilangkan lemak dalam serum. Selain metode ultrasentrifugasi, *high speed* sentrifugasi dengan kecepatan 10.000 g selama 15 menit terbukti mampu mengatasi serum lipemik (Castro, 2018).

2) Pendinginan

Pendinginan dilakukan selama 12 sampai 16 jam yang akan memberikan informasi yang cepat mengenai kadar kilomikron dan VLDL serum dengan kadar trigliserida berlebihan, namun cara pendinginan yang dilakukan dalam waktu tersebut terhadap serum lipemik tidak dianjurkan karena akan menunda waktu pemeriksaan (Piyophirapong, 2010). Pengambilan “krim” yang terletak pada permukaan serum akan sulit dilakukan. Penanganan khusus juga diperlukan dalam metode pengambilan krim (Sacher dan McPherson, 2004).

3) Pengenceran

Untuk membersihkan lipemik pada serum dapat digunakan berbagai metode dapat digunakan seperti pengenceran dengan *normal saline*, *lipid clearing agent*. Metode pengenceran sampel dapat dilakukan untuk menurunkan tingkat lipemik serum, namun pengenceran sampel hanya cukup untuk menghapus gangguan kekeruhan saja tanpa memastikan bahwa konsentrasi analit tetap dalam

batas-batas analitis (Nora N, 2014).

4) Presipitasi

Metode lain yang digunakan dalam penanganan serum lipemik adalah presipitasi dengan menggunakan siklodekstrin atau polietylen glycol untuk mengikat lemak, setelah lemak pada serum terikat maka disentrifugasi untuk mengendapkan lemak dan akan didapatkan serum yang jernih sehingga pengukuran absorban dapat dilakukan secara tepat (Nikolac 2013).

Aplikasi penggunaan alfa-siklodekstrin pada pemeriksaan serum lipemik menunjukkan bahwa penggunaan alfa-siklodekstrin terbukti tidak mengendapkan molekul lain dan tidak mengganggu metode analisis. Penelitian oleh Robert dan Cotton (2013) menunjukkan bahwa 78% sampel dengan penambahan siklodekstrin menunjukkan tingkat lipemik yang lebih rendah dibanding dengan metode ultrasentrifugasi karena penghilangan lipid pengganggu lebih maksimal.

2. Flokulan

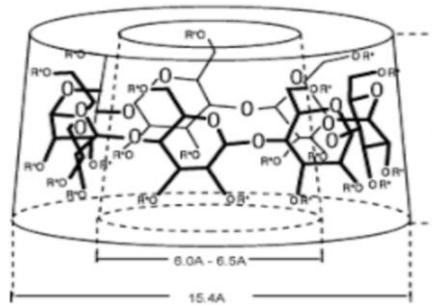
Flokulan merupakan bahan yang berfungsi untuk mengendapkan partikel (Yuliastri, 2010). Flokulasi disebabkan karena adanya penambahan sejumlah kecil *chemical aid* yang disebut sebagai flokulan yang berfungsi menggabungkan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar atau flok. Flokulan dapat berasal dari bahan organik dan anorganik. Flokulan organik lebih efektif dibandingkan dengan anorganik.

Flokulan organik dibagi menjadi flokulan alami dan sintesis berdasarkan polimernya. Flokulan organik ini dapat berasal dari gusi huar, pati terhidrolisis, polisakarida yang dimodifikasi, dan lainnya. Flokulan anorganik digunakan ketika sumber muatan kationik diperlukan. Contoh flokulan anorganik diantaranya garam kalsium, garam aluminium, garam besi seperti besi sulfat dan besi klorida, dan lainnya.

3. Siklodekstrin

a. Pengertian Siklodekstrin

Siklodekstrin atau yang juga dikenal sebagai *Cycloamuloses*, *Cyclomaltoses* dan Schardinger dekstrin adalah oligosakarida non-pereduksi produk modifikasi pati dengan struktur kimia berbentuk cincin dan terbentuk melalui proses siklisasi oleh CGTase (*Cyclodextrin glycosyl transferase*). Siklodekstrin memiliki permukaan luar yang bersifat hidrofilik sedangkan bagian dalam rongganya bersifat non polar. Adanya bentuk tersebut mengakibatkan siklodekstrin dapat digunakan sebagai kompleks penginklusi dengan senyawa lain (Laga, 2010). Bagian paling luar siklodekstrin dikelilingi oleh grup hidroksil primer dan sekunder, dimana lubang didalamnya tersusun atas ikatan glikosidik dan kerangka karbon. Oleh karena itu permukaan terluar bersifat hidrofilik sedangkan rongga dalam bersifat hidrofobik (Camiller dan Beecham, 1997). Struktur siklodekstrin ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 3. Struktur Siklodekstrin

Sumber: Laga, 2010

Siklodekstrin merupakan senyawa alami yang tidak berbahaya dan efektif untuk mengatasi gangguan partikel lipid dalam serum lipemik. Berdasarkan jumlah glukosa yang menyusunnya, siklodekstrin dibedakan atas alfa-siklodekstrin (6 unit glukosa), beta-siklodekstrin (7 unit glukosa) dan gamma-siklodekstrin (8 unit glukosa) (Laga, 2010). Rongga lipofilik molekul siklodekstrin menyediakan lingkungan mikro yang sesuai ukuran gugus non-polar sehingga dapat masuk untuk membentuk kompleks inklusi. Lipid pada serum lipemik bersifat non polar sehingga dapat masuk ke rongga molekul siklodekstrin untuk membentuk kompleks inklusi dan dapat mengikat lipid pada serum lipemik sehingga mengurangi kekeruhan tanpa mengubah analit yang akan diperiksa (Putri, 2016). Sifat dari jenis-jenis siklodekstrin ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Sifat-sifat Siklodekstrin

Sifat	α -CD	β -CD	γ -CD
Jumlah unit glukosa	6	7	8
Berat molekul	972	1135	1297
Kelarutan dalam air pada 25°C (% w/v)	14,5	1,85	23,2
Diameter luar (Å)	14,6	15,4	17,5
Diameter	4,7-5,3	6,0-6,5	7,5-8,3
Tinggi (Å)	7,9	7,9	7,9
Volme rongga (Å)	174	262	472

Sumber: Valle, 2003

b. Pembentukan kompleks inklusi

Siklodekstrin lebih sering digunakan karena keefektifannya dalam mengikat lipemik pada serum dengan membentuk kompleks inklusi. Siklodekstrin berbentuk cincin bersifat hidrofobik pada rongga dalam, sehingga mengikat molekul nonpolar (*guest*) (Nadya 2014). Lipid pada serum bersifat nonpolar sehingga dapat diikat oleh siklodekstrin. Penggunaan siklodekstrin pada serum tidak mengubah analit yang diperiksa karena hanya mengikat lipid pada serum yang menyebabkan kekeruhan.

Siklodekstrin membentuk kompleks inklusi dengan molekul yang ditahan dalam rongga molekul siklodekstrin. Rongga lipofilik molekul siklodekstrin menyediakan lingkungan mikro yang sesuai ukuran gugus non-polar sehingga dapat masuk untuk kompleks inklusi. Kemampuan siklodekstrin dalam membentuk kompleks inklusi memiliki sifat bahan yang dapat dimodifikasi secara signifikan. Sebagai hasil dari kompleksasi

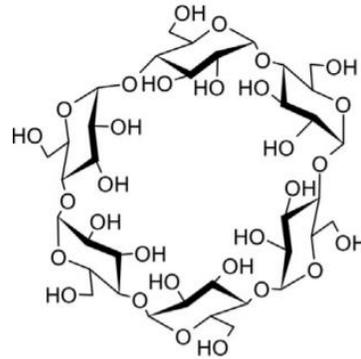
molekul, siklodekstrin banyak digunakan dalam berbagai produk industry, teknologi atau metode analisis (Valle,2003).

c. Alfa-siklodekstrin

Alfa-siklodekstrin atau dikenal juga sebagai Cyclohexaamylose, Cyclomalthohexaose. α -Schardinger dekstrin, merupakan sakarida siklik non pereduksi yang terdiri dari 6 unit glukosa dihubungkan 1-4 α -glycosidic yang dihasilkan oleh siklodekstrin glucopyranosyltransferase (CGTase, EC 2.4.1.19) pada hidrolisis sirup pati pH netral (6,0-7,0) dan suhu (35-40° C). Alfa-Siklodekstrin wujudnya berupa serbuk dan memiliki permukaan luar yang bersifat hidrofilik yang artinya dapat larut dalam air sedangkan bagian dalam rongganya bersifat hidrofobik atau tidak dapat larut dalam air namun larut dalam lemak. Alfa-Siklodekstrin juga mempunyai berat jenis paling rendah diantara Beta dan Gamma-Siklodekstrin, dengan sifatnya tersebut, maka AlfaSiklodekstrin dapat mengikat lebih banyak lemak di dalam serum (Miranda, et al., 2011).

Penjernihan Alfa Siklodekstrin dapat dilakukan dengan presipitasi dari kompleks Alfa Siklodekstrin dengan 1-decanol dan dilarutkan dalam air. Rumus kimia dari Alfa Siklodekstrin adalah $C_{36}H_{60}O_{30}$ dan berat molekul 972,402. Alfa Siklodekstrin berbentuk bubuk, berwarna putih dan tidak berbau dengan titik leleh 278° C. Strukur anular dari Alfa Siklodekstrin membentuk rongga hidrofobik yang memungkinkan pembentukan kompleks inklusi dengan berbagai molekul organik non-polar dengan ukuran sesuai.

Sifat hidrofobik dari permukaan luar struktur siklik membuat Alfa Siklodekstrin larut dalam air (WHO, 2002).



Gambar 4. Struktur Alfa-Siklodekstrin

Sumber: Lai, 2019

4. Glukosa Darah

a. Pengertian glukosa darah

Glukosa darah adalah glukosa yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka (Kee,2007). Glukosa memiliki peran khusus dalam homeostasis metabolik karena otak dan beberapa jaringan lain memerlukan glukosa untuk memenuhi semua, atau sebagian kebutuhan energinya (Marks, 2010).

b. Pemeriksaan glukosa darah

Salah satu pemeriksaan laboratorium yang sering dilakukan adalah pemeriksaan glukosa darah. Glukosa merupakan karbohidrat terpenting yang kebanyakan diserap kedalam aliran darah sebagai glukosa dan gula lain diubah menjadi glukosa di hati. Pemeriksaan kadar glukosa darah

banyak diusulkan oleh para klinisi baik untuk tujuan skrining atau pemantauan penyakit Diabetes Melitus. Diabetes Melitus adalah penyakit gangguan metabolisme karbohidrat yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) ≥ 200 mg/dL.

1) Glukosa darah puasa / *fasting blood sugar* (FBS)

Penetapan kadar glukosa darah paling sering dilakukan dengan sampel puasa. Untuk pemeriksaan kadar glukosa darah puasa, pasien minimal 8 jam. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil pemeriksaan tidak dipengaruhi oleh konsumsi makanan terakhir oleh pasien. Gula darah puasa lebih besar dari 125mg/dl dapat mengindikasikan diabetes. Untuk mengkonfirmasi diagnosa, bila nilai glukosa darah rata-rata atau sedikit lebih tinggi, dilakukan pemeriksaan glukosa darah posprandial atau pemeriksaan toleransi glukosa atau keduanya (Kee, 1997).

Nilai rujukan glukosa darah puasa (FBS) menurut Kee (1997) dalam bukunya yang berjudul “Pedoman Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik” adalah sebagai berikut:

a) Dewasa

Serum atau plasma : 70-110 mg/dL

Whole blood : 60-100 mg/dL

b) Anak

Bayi baru lahir : 30-80 mg/dL

Anak-anak : 60-100 mg/dL

c) Lansia

Serum : 70-120 mg/dL

2) Glukosa darah postprandial/ *postprandial blood sugar* (PPBS)

Pemeriksaan glukosa darah 2 jam setelah makan biasanya dilakukan untuk menentukan respons klien terhadap masukan tinggi karbohidrat 2 jam setelah makan. Pemeriksaan ini adalah pemeriksaan skrining untuk diabetes yang biasanya dianjurkan jika gula darah pembatasan makan dan cairan lebih tinggi dari normal atau meningkat (Kee, 1997).

Nilai rujukan glukosa darah postprandial (setelah makan) menurut Kee (1997) adalah sebagai berikut:

a) Dewasa

Serum atau plasma : <140 mg/dL/ 2 jam

Darah : <120 mg/dL/ 2 jam

b) Anak

Anak-anak : <120 mg/dL/ 2jam

c) Lansia

Serum : <60 mg/dL/2 jam

Darah : <140 mg/dL/2jam

c. Metode pemeriksaan kadar glukosa darah

1) Metode kimiawi

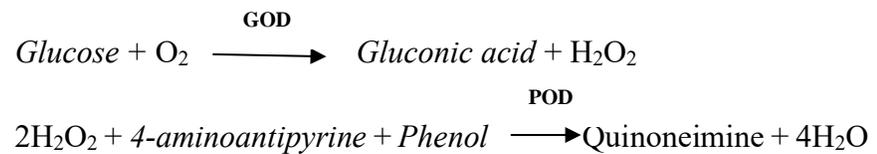
Metodologi kimiawi adalah metode yang memanfaatkan sifat mereduksi glukosa yang non spesifik dalam suatu reaksi dengan bahan dan indikator yang memperoeh atau berubah warna tereduksi. Senyawa lain yang ada dalam darah juga dapat mereduksi (misal, urea, yang dapat meningkat cukup bermakna pada uremia), dengan metode reduksi kadar glukosa dapat lebih tinggi 5 sampai 15 mg/dL disbandingkan dengan kadar yang lebih akurat diperoleh dengan metode enzimatik (yang lebih spesifik untuk glukosa) (Sacher dan McPherson, 2004).

2) Metode enzimatik

Metode enzimatik ini umumnya menggunakan enzim glukosa oksidase atau heksokinase, yang bekerja pada glukosa, tetapi tidak pada gula lain atau tidak pada bahan pereduksi lain (Sacher dan McPherson, 2004).

Glukosa dapat ditentukan secara enzimatik misalnya dengan metode GOD-PAP (*Glucose Oxidase Phenol Aminophenazone*). etode Glukosa Oksidase (GOD PAP) adalah metode yang sangat spesifik untuk pengukuran glukosa di dalam serum atau plasma melalui reaksi dengan glukosa oksidase, asam glukonat serta dibentuk hydrogen peroksida. Pemeriksaan dengan metode GOD PAP ini dianjurkan untuk menggunakan plasma darah yang diambil langsung dari vena disekitar lipatan siku. Hal ini disebabkan metode GOD PAP dinilai bersifat lebih spesifik karena yang diukur hanya kadar glukosa (James, 2002).

Prinsip dari metode GOD-PAP adalah glukosa ditentukan setelah dioksidasi secara enzimatik oleh glukosa oksidase. Hidrogen peroksida yang terbentuk bereaksi dengan *phenol* dan *4-aminoantipyrine* dengan katalis peroksidase (POD) membentuk quinoneimine yang berwarna merah violet (Trinder's reaction). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut (Diasys, 2008).



Gambar 5. Reaksi Trinder
Sumber: Diasys, 2008

Akurasi hasil pemeriksaan kadar glukosa darah dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain persiapan pasien yaitu puasa, sampling, preparasi sampel, dan metode pemeriksaan yang digunakan untuk pengukuran kadar glukosa darah.

d. Masalah klinis yang mempengaruhi kadar glukosa

1) Penurunan kadar

Penurunan kadar glukosa darah dapat terjadi karena reaksi hipoglikemik (syok insulin), kanker (abdomen, hepar dan paru-paru), hipofungsi kelenjar adrenal, malnutrisi, alkoholisme, sirosis hepatitis, hiperinsulinisme, dan Latihan yang berat (Kee, 1997).

2) Peningkatan kadar

Peningkatan kadar glukosa darah sering terjadi pada penderita diabetes mellitus, diabetic asidosis, hipofungsi kelenjar adrenal, stress, luka bakar, infeksi pankreatitis akut, pasien pembedahan yang lama, dan akromegali.

Obat-obatan yang dapat meningkatkan kadar glukosa antara lain obat-obat kortison, diuretic (tiazid), ACTH, levodopa, obat-obat anestetik dan fenitoin (dilantin) (Kee, 1997).

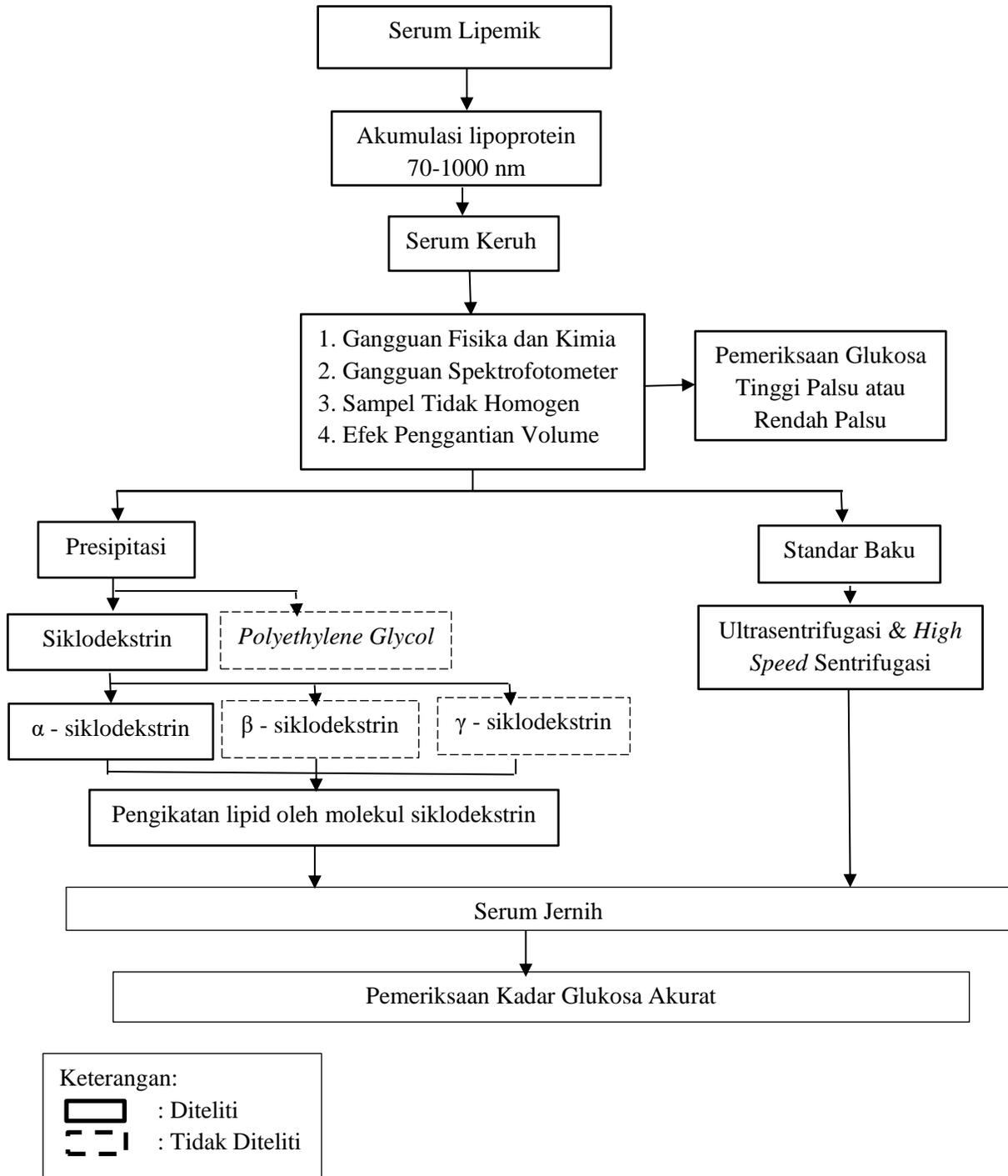
e. Hubungan kadar trigliserida dengan kadar glukosa darah

Trigliserida dalam tubuh dapat berasal baik dari lemak dalam makanan atau dibuat di dalam tubuh dari sumber energi lain, seperti karbohidrat. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami proses metabolisme dan menghasilkan adenosin triphosphate (ATP) yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas fisik. Beberapa kalori dalam makanan yang kita makan tidak langsung digunakan untuk energi tetapi diubah menjadi kolesterol dan trigliserida lalu disimpan dalam sel-sel lemak. Kadar Trigliserida yang normal adalah kurang dari 150. Kadar 200-1000 bisa disebabkan oleh diabetes yang tak terkontrol, kegemukan, minum terlalu banyak alkohol, atau minum obat-obat tertentu. Kadar glukosa dan trigliserida berhubungan karena penyebabnya yang berkaitan yaitu gaya hidup dengan aktivitas kurang gerak serta konsumsi makanan yang kaya gula.

Pada penderita diabetes melitus, gangguan fungsi hormon insulin, akan menyebabkan pula gangguan pada metabolisme lemak, yang ditandai

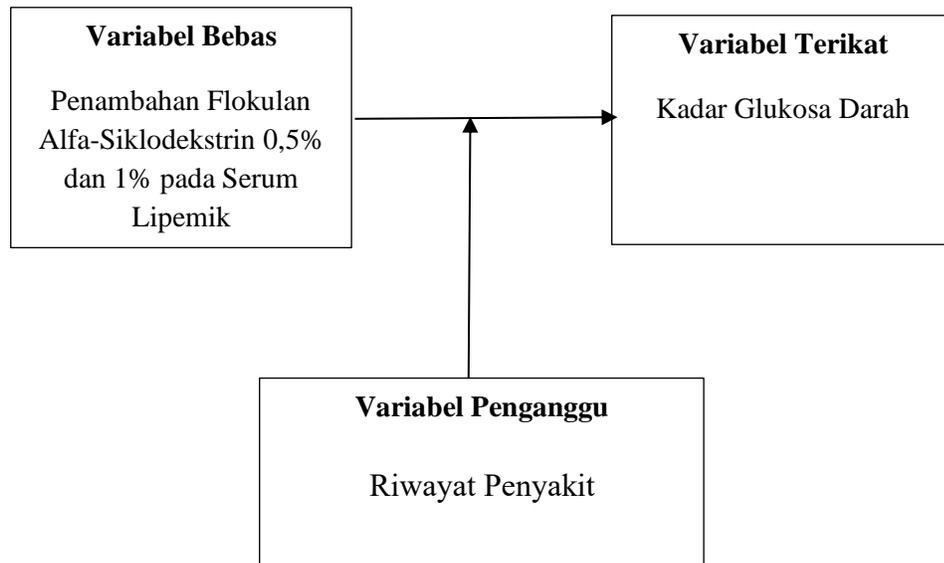
dengan meningkatnya kadar beberapa zat turunan lemak seperti trigliserida dan kolesterol. Peningkatan trigliserida dan kolestrol merupakan akibat penurunan pemecahan lemak yang terjadi karena penurunan aktivitas enzim-enzim pemecah lemak, yang kerjanya dipengaruhi oleh insulin (Agnes, 2012).

B. Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 7. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Pengolahan serum lipemik dengan flokulan alfa-siklodekstrin dan *high speed* sentrifugasi untuk pemeriksaan kadar glukosa tidak memberikan hasil yang berbeda.